

EXHAUSTIVE ANALYSIS OF LOCAL LANDSCAPE FOR WIDE-AREA USING PANORAMA IMAGE OF GOOGLE STREET VIEW

著者	浅田 拓海, 亀山 修一
journal or publication title	土木学会誌論文集D3
volume	72
number	5
page range	383-392
year	2016-12
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009668

doi: [info:doi/10.2208/jscejipm.72.l_383](https://doi.org/10.2208/jscejipm.72.l_383)

Googleストリートビューのパノラマ画像 を用いた広域・網羅的な地域景観分析

浅田 拓海¹・亀山 修一²

¹正会員 室蘭工業大学助教 大学院工学研究科 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)

E-mail: asada@mmm.muroran-it.ac.jp

²正会員 北海道科学大学教授 工学部都市環境学科 (〒006-8585 札幌市手稲区前田7条15丁目4-1)

E-mail: kameyama@hus.ac.jp

地域景観研究では、局所的な箇所や区間が対象となる場合が多いが、地域の全体像を捉えるためには広域的、網羅的な分析が必要となる。本研究では、Googleストリートビューのパノラマ画像を用いた景観可視化手法を開発し、それによる道路景観の空間分布から地域景観分析を行った。富良野・美瑛観光圏を対象に、100m間隔の視点からパノラマ画像を取得し、そのフラクタル次元、空・緑の占有率から対象地域の景観を5つのクラスターに類型化した。さらに、デジタルマッピングにより各クラスターの地域内分布を容易に把握できることを示すとともに、それらの地域比較、多様性などの分析から、各地域の景観特性について明らかにした。

Key Words : Google streetview, local landscape, multi angle, image features, spatial analysis

1. はじめに

現在、我が国では、観光立国の実現に向けた施策が積極的に推進されている。最近では、成長著しいアジア諸国をはじめとする観光需要の取り込みにより、訪日外国人観光客数が著しく増加している状況にある¹⁾。観光業は21世紀のリーディング産業として位置づけられるようになり、地域活性化や雇用機会増加への期待などから、今後もより一層、国内外からの観光客の獲得に向けて、精力的に施策が展開されると予想される。

このような急激な観光需要の増加の一方、供給側である地域においては、受け皿となる施設や人材の確保に加え、観光資源の創出や情報発信など、様々な課題が残されている。特に、観光情報提供は、地域への関心を得るための重要な戦略として位置付けられる。最近では、スマートフォンの普及などから、WEBサービスやアプリなどによる動的なデジタルマップを利用し、旅行者が自ら目的地や周遊ルートを選択するケースが増えている²⁾。ここで重要となるのは、このような情報提供を効果的なものとするためには、まず第一に、地域の全体像、すなわち地域の魅力や特長を広域的かつ網羅的に把握することが挙げられる。

北海道では、近年、レンタカーによるドライブ観光や

自転車によるサイクルツアーなどの観光需要が高まっており、このような背景の下、平成19年に米国のシーニックバイウエイ制度^{3,4)}の導入モデルとして「シーニックバイウエイ北海道」の取り組みがスタートし、道路景観を活かした地域づくり、観光振興が進められている⁵⁾。さらに、平成25年、国土交通省は、観光圏整備法に基づいて、富良野周辺地域を「富良野・美瑛観光圏」として認定し、各地域では、ドライブやサイクリングなどの周遊観光の促進を目標に掲げ、様々な取り組みが動き出している^{6,7)}。観光情報提供に関しても、WEBを活用した観光マップの公開が積極的に進められているところである。しかしながら、そのメインとなる情報は、代表的な観光スポットが対象となるケースがほとんどであり、それらを結ぶルートに関する情報は少なく、ドライブやサイクリングといった移動そのものを楽しむためのコンテンツは少ないのが現状である。ドライブなどの周遊中に眺める景観が観光の目的とされるケースもある⁸⁾ことから、どのような景観が、どのような箇所、区間、地域で見られるのか、という景観の空間的な分布から地域の全体像を把握し、その情報を提供することは極めて有益なサービスとなり得る。例えば、道路ネットワーク上におけるあらゆる視点からの景観を網羅し、その空間分布から地域が有する景観特性（以下、地域景観）を可視化、把握

できれば、上記のような観光情報提供だけではなく、他地域との比較、差別化や広域的な観光周遊ルート計画、提案などに役立つものと思われる。

そこで、本研究では、Googleストリートビューを用いた景観可視化手法を開発し、さらに、それによって得られる道路景観（シーン景観）の広域・網羅的な空間分布データから地域景観の分析を試みる。具体的には、シーニックバイウェイ北海道の指定ルートが展開され、かつ観光庁による認定観光圏である富良野・美瑛観光圏を対象に、その道路ネットワーク上の各視点から景観画像を取得し、各種画像特徴量から景観の類型化や地域間比較などの分析を行ない、対象地域の景観特性について明らかにする。

2. 関連する既往研究

本研究では、Googleストリートビュー（以下、ストリートビュー）という走行車両からの眺め（以下、道路内部景観）の画像データを用いる。ストリートビューは、道路ネットワーク上の任意の視点からの眺めを参照できるWEBサービスであり、そのデータは、およそ5~10m間隔で撮影された全方位の景観（以下、パノラマ景観）の静止画像から構成される。すなわち、ストリートビューは、静止した状態からの眺めである「シーン景観」の離散的な集積データと言える。これを都市や地域の分析に用いた事例としては、全方位画像から算出した天空率の地理的分布の可視化した事例⁸⁾⁹⁾、画像認識による撮影都市の推定手法に関する研究¹⁰⁾¹¹⁾などがあるが、地域景観を対象とした分析事例は少ない。そこで、ここでは、基礎的な景観研究に振り返り、特に、「シーン景観」や「地域景観」に関する既往研究から本研究の位置付けを示したい。

シーン景観を対象とした研究は、古くより様々なアプローチから進められてきた。その分析方法としては、アンケート調査の結果に基づいた定性的な評価が主流である¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾。近年では、被験者の心理的バイアスの発生が指摘されていることもあり、現地での撮影画像を用いて定量的、解析的な評価も増えている。特に、本研究で対象となる道路内部景観については、画像から、植生や空、建物や電柱などの人工物の占有率、フラクタル次元などの特徴量を算出し、その区間内の分布などから対象の景観特性が分析されている^{15)~17)}。しかしながら、このようなアプローチでは、撮影に時間や人員を要するため、局所的な箇所や区間が対象となることが多く、地域内における景観の広がりをつ捉えた事例はほとんどないのが現状である。また、進行方向の景観（前方景観）のみが対象となるケースがほとんどであり、運転手以外の乗員が眺

める側方などを含めたパノラマ景観を考慮した分析事例は極めて少ない。

地域景観に関する研究は、道路に加え、森林、田園、建物などの要素、そして多くの地域を対象に進められてきた。佐々木¹⁸⁾は、これらの地域景観研究についてレビューし、その課題や展望についてまとめていることから、以下ではこれを参考としたい。佐々木は、地域景観の記述方法から、土肥¹⁹⁾、出村²⁰⁾、坂本²¹⁾などの既往研究を整理しながら、「特定の視点からの眺めに集約されない面的広がりを体験した場合の視覚的印象を出来るだけ即地的に表現すること」を地域景観の議論の基本的課題として提起している。さらに、シーケンス景観（動的に眺める連続した景観）の体験だけではなく、断片的な移動（シーン景観）の蓄積を含め、その記述を考えることを今後の展開の可能性として言及している。以上を踏まえると、地域景観の対象要素は様々であるが、局所的な箇所や区間を対象とするだけではなく、景観の広がりを広域・網羅的に捉え、地域の全体像を把握する方法の開発は、今後の地域景観研究のための重要なプロセスとして位置付けられよう。

本研究は、居所的な対象に留まることが多かった道路内部景観（シーン景観）や地域景観の分析範囲を面的に広げるため、Googleストリートビューによる画像集積データを導入し、パノラマ景観を考慮した道路内部景観の分析およびその空間的分布から地域景観の分析を行うものである。それは、道路と景観とを広域・網羅的に結びつけるものであることから、地域景観研究のみならず、観光情報提供や経路探索などにも応用でき、観光学や交通工学など他の分野への学術的な貢献も期待できる。

3. Googleストリートビューによる景観可視化手法

本研究では、国土交通省が「富良野・美瑛観光圏」として認定している、富良野市、中富良野町、上富良野町、南富良野町、美瑛町、占冠村の6つの市町村を対象とし、図-1に示す手順で、景観の可視化を行う。まず、対象地域の道路リンクデータを取得して前処理を行う。次に、そのリンクの座標情報を基に、対象地域内のストリートビュー画像を網羅的に取得する。最後に、画像特徴量から道路景観の類型化を行い、その結果をデジタルマッピングして、対象地域の景観特性について分析する。

(1) 道路リンクデータと景観の視線方向

ストリートビュー画像は、道路を走行する車両から撮影した道路内部景観の画像であり、道路ネットワーク上の視点（座標）と視線の方向（方位）を設定することで、

その景観画像を取得することができる。そこで、本研究では、GIS (QGIS) のツールを用いて、対象地域の道路ネットワークデータを100m間隔で分割し、図-2に示すように、それらの始点と終点の座標値からストリートビュー画像の視点座標と視線の方位角を求めた。なお、ストリートビューでは、5~10m間隔の画像（母集団）を取得できるが、画像の処理、解析が膨大となるため、本研究では、試行的に100m間隔でサンプリングした画像を分析に用いることとした。

ストリートビューは、走行しながら撮影された360°の全方位画像であるが、本研究では、既存のシーン景観評価手法を採用するため、図-2に示すように、撮影車両の走行方向に対する「前方」「後方」「右方」「左方」の4つの方向の平面射影画像を分割して取得し、分析に用いることとした。なお、ストリートビューの撮影は、一方向のみの走行で行われていることから、上記の4つの方向は、画像取得の際に必要な情報となるが、それ以降の分析では、進行方向との関係は無く、単に各視点からの4方向の景観として扱うこととなる。

(2) ストリートビューによるパノラマ画像の取得

近年、Google、Amazon、Twitterなどが保有する各種ビッグデータの利活用を目的に、WEBサービスAPIによるデータの提供が活発化している。GoogleのStreet View Image APIでは、道路ネットワーク上における任意の視点、視線方向の道路内部景観の画像をダウンロードすることが可能である²⁾。なお、ダウンロードには、Googleのアカウントが必要であり、上限枚数は25,000枚/日となっている。本研究では、前節で得られたリンクデータを用いて、対象地域内を網羅するようにストリートビュー画像を取得する。

Street View Image API では、画像の画素サイズ、視点（リンクの始点）の緯度・経度、視線方向（リンクの方位角）、ピッチ（上下方向の視線角度）などを指定してURLを作成し、それにアクセスすることで対応するストリートビュー画像をダウンロードすることができる。なお、「ピッチ」は、既往の研究で用いられている景観画像の被写体構成を参考にして10°とし、画像サイズは全て640×400ピクセル（Street View Image APIで使用できる最大サイズ）とした。本研究では、図-2に示したように、リンク（視点）毎に「前方」「後方」「左方」「右方」の4つの方向の景観画像（以下、これらを合わせてパノラマ画像と称する）を取得した。得られたパノラマ画像の一例を図-3に示す。これらの画像は、水平画角が90°であるため、横方向につなぎ合わせると連続的な全方位のパノラマ景観となる。なお、これらの画像視野より上の部分（天頂部）については、対象地域では、ほとんどが空のみで構成され、この部分を除外しても以下の画像

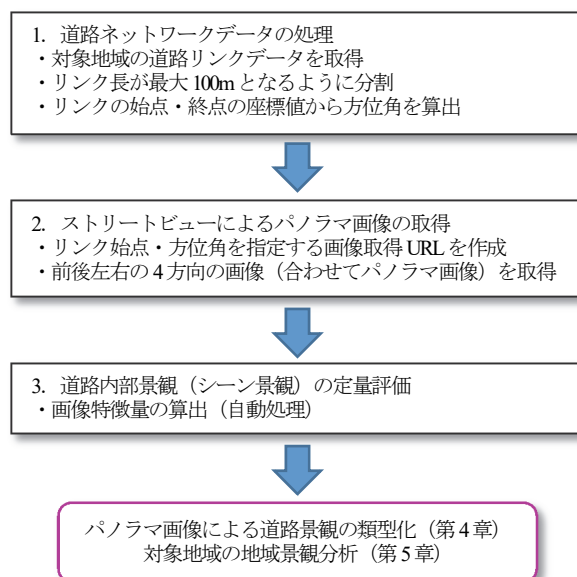


図-1 ストリートビューを用いた景観可視化手順

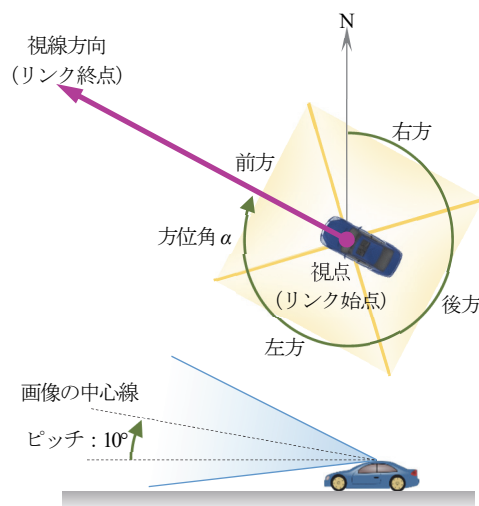


図-2 ストリートビュー撮影車両の進行方向と撮影方向



図-3 パノラマ画像（Aを前方とした場合）

特徴量やそれによるデータの類型化に大きな影響はないと考えられることから、分析には用いないこととした。

ストリートビューの撮影は、天候や日射を考慮して、可能な限り、晴れの日影の影響が小さい時間帯に行わ

れており、対象地域の撮影期間を確認したところ、平成23～26年の夏季であった。なお、ストリートビューは車両が走行可能な道路はほぼ全て網羅しているが、私有地や幅員の狭い道路などでは撮影が行われていない。したがって、そのような画像が得られないリンクは対象外とした。画像が得られたリンクの概要を表-1に示す。

(3) 道路景観の定量評価

著者らは、過去の研究において、走行車両内から20m間隔で撮影した景観画像からフラクタル次元（以下、FD：Fractal Dimension）、空の占有率（以下、SK：Sky Ratio）、緑（植生）の占有率（以下、GR：Green Ratio）の3つの画像特徴量を算出し、その区間内分布からシーニックバイウェイ北海道の指定ルートの景観特性を明らかにした²³⁾²⁴⁾。さらに、画像呈示による印象評価試験を行ない、FD、SK、GRと、それぞれ人が感じる「人工度」「広大度」「森林度」に相関があることを示した¹⁾。これら3つの画像特徴量を区間のような「線」ではなく、「面」的に可視化することができれば、対象地域の景観特性をより広域的かつ網羅的に分析することが可能となる。そこで、本研究では、北海道の景観を評価できること、人の主観との関係性が分かっていること、画像処理による自動解析が容易なこと、を考慮して、上記の3つの画像特徴量（FD、SK、GR）を採用することとした。

なお、対象地域については、花畑、波状丘陵地、山岳などの景観要素があるが、FD、SK、GRだけでは、これらを表現することは難しい。本研究の主たる目的は、Googleストリートビューによる景観可視化手法の開発とその有効性の検証にあり、上記の理由からFD、SK、GRを採用したが、今後は、色彩や心理的評価などの様々な指標の組み込みを課題として研究を進める予定である。

FD、SK、GRの詳細については著者らの先行研究²³⁾²⁴⁾に委ね、以下では、これらの算出方法について概説する。

FDは、元画像にエッジ処理を適用して得られる輪郭線画像を用いて、ボックスカウント法²⁵⁾により算出する。FDは、建物、電線、電柱などが多く、構図が複雑となるほど値が2に、単純になるほど1に近づく特性を有し、他の研究においてもこのような人工物の影響を定量化する指標として用いられている²⁶⁾。なお、輪郭の抽出対象は、建物、電線、電柱、信号機等の道路附属構造物、看板、樹木などである。ただし、影が多い場合や他の車両、人などが大きく映り込む場合が稀にあり、FDに影響を及ぼすため、その場合は、輪郭線を画像上で除去した。

SKおよびGRは、元画像から空および緑（植生）の部分を2値化処理によって抽出し、その全画像に占める割合を算出する。2値化処理の閾値は、空や緑が適切に抽出できる値とし、日射や影などで抽出が不適切となる場合は、目視で閾値を調整した。

表-1 各地域のリンクの概要

地域	画像が得られたリンク（最大延長100m）		
	リンク（視点）数	合計延長:km	平均延長:m
富良野市	5,183	432.4	83.4
美瑛町	6,341	555.9	87.7
上富良野町	2,524	221.4	87.7
中富良野町	2,492	213.5	85.7
南富良野町	2,119	186.6	88.1
占冠村	1,088	101.5	93.2
全地域	19,747	1711.3	87.6

※交差点などではリンク長が不規則に分割されるため、全てが100mにはならない。

最後に、図-1に示したように、得られた画像特徴量から道路景観の類型化を行い（第4章）、さらに、その結果を当該リンクの位置情報と関連付けることで、デジタルマッピング（可視化）し、それを基に対象地域の景観特性について分析する（第5章）。

4. パノラマ画像による道路景観の類型化

道路景観（内部景観）の評価に関する既往の研究では、前方景観のみを対象とするケースが多く²⁷⁾²⁸⁾、側方や逆方向を含めた全方位の景観を考慮した事例は少ない。一方、地域全体の景観を解釈するためには、膨大なデータを幾つかの情報に集約し、可視化や各種の分析を行うことが望ましい。そこで、本章では、前章で得られた4方向の景観画像（パノラマ画像）を用いて、その画像特徴量から対象地域における道路景観の類型化を行った。

(1) 視線方向による画像特徴量の差異

まず、「前方」と「後方」または「左方」と「右方」で景観がどの程度異なるのかを確認するため、それぞれの画像特徴量の関係について分析した。なお、視点数が19,747点と膨大なため、ここでは、各画像特徴量を5段階に分割したマトリックとして、各範囲に割り当てられるデータの割合を求めた。表-2(左)に示すように、「前方」と「後方」では、FD、SK、GRともに、同等となる範囲（図中網掛け部）にデータが集中しているが、両値が異なるケースも見られる。次に、表-2(右)に示すように、「左方」と「右方」においては、値が同等となる範囲のデータは5割を下回り、差が大きいケースが多い。これは、移動する際の進行方向や同乗者などが眺める方向によって景観が大きく異なるケースが発生することを意味する。周遊観光においては、自動車運転者だけではなく、その同乗者、さらには、サイクリング客、バス乗客などが存在し、様々な角度での眺めが生じる。したがって、そのような対象が眺める道路景観を評価する上で

表-2 画像特徴量の視線方向比較

FD		前方					FD		右方				
		1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0			1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0
後方	1.0-1.2	2.8	5.7	1.1	0.2	0.0	左方	1.0-1.2	0.6	1.6	1.6	1.0	0.2
	1.2-1.4	5.8	31.5	12.5	1.0	0.1		1.2-1.4	1.7	7.1	7.9	4.5	0.9
	1.4-1.6	1.3	11.8	18.3	2.7	0.2		1.4-1.6	1.7	8.3	16.1	9.6	2.2
	1.6-1.8	0.1	0.7	2.1	1.4	0.2		1.6-1.8	1.0	4.7	9.9	9.2	2.7
	1.8-2.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2		1.8-2.0	0.3	0.9	1.9	2.8	1.6

SK:%		前方					SK:%		右方				
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100			0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
後方	0-20	2.1	1.2	0.6	0.1	0.0	左方	0-20	9.3	3.8	5.4	1.1	0.0
	20-40	1.4	7.4	5.7	0.4	0.0		20-40	3.3	3.0	6.5	1.4	0.0
	40-60	1.0	6.1	41.5	10.2	0.0		40-60	5.0	5.8	25.4	8.8	0.0
	60-80	0.2	0.6	9.9	11.3	0.0		60-80	1.2	1.4	9.0	9.2	0.1
	80-100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		80-100	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0

GR:%		前方					GR:%		右方				
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100			0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
後方	0-20	37.6	9.5	0.9	0.2	0.0	左方	0-20	28.6	12.1	3.6	1.8	0.5
	20-40	9.9	25.7	4.5	0.6	0.1		20-40	11.9	10.8	4.0	2.0	0.6
	40-60	0.7	4.4	4.0	0.4	0.1		40-60	3.4	4.3	3.0	2.1	0.6
	60-80	0.2	0.4	0.5	0.2	0.0		60-80	1.6	2.1	2.3	1.9	0.4
	80-100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		80-100	0.4	0.6	0.6	0.5	0.1

は、走行方向軸（前方・後方）だけではなく、側方（右方・左方）の景観との差も考慮することが重要と言える。

(2) 道路景観の類型化

以上のように、視線方向によって画像特徴量が異なるケースが見られたことから、本研究では、「前方」「後方」「左方」「右方」の4方向の画像特徴量から道路景観の類型化を試みた。具体的には、4方向のFD, SK, GRの計12の変数を用いて、クラスター分析（Ward法）を行った。その結果、図-4に示すような6つのクラスターが得られた。各クラスターの典型的な景観画像を図-5に示す。

クラスターAは、特に進方景観のFDが大きく、GRが極めて小さい。これらの画像を確認したところ、建物などの人工物が多い市街地の景観であったことから当クラスターは「市街景観」とした。クラスターBは、左はSK, 右はGRが大きく、クラスターCは、その逆となっており、それ以外は同等である。両クラスターの画像を確認したところ、左右のいずれかには緑（植生）が豊富で、逆側に空が広がる景観であった。したがって、クラスターBとCを統合して「片側広大景観」とした。クラスターDは、他のクラスターよりも全方向のSKが小さく、GRが大きい。画像によると、樹木で覆われるような景観であったことからクラスターDは「深緑景観」とした。クラスターEは、他のクラスターよりも全方向のSKが大きく、FDおよびGRは小さい。また、クラスターFは、クラスターEと比べると、FDとGRが若干大きく、SKが小さい。両クラスターの画像を比べたところ、クラスターEは全方向に渡って空が開けているのに対し、クラスターFは

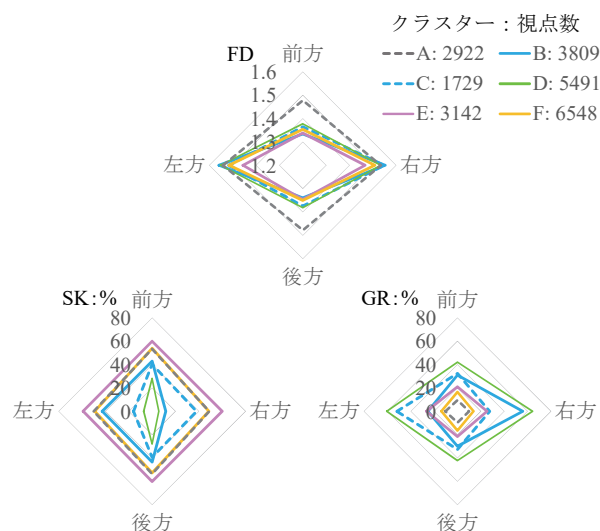


図-4 各クラスターの画像特徴量（平均値）



図-5 各クラスターの画像例

建物や電線類などの人工物が散在する郊外（平野部）の景観であった。したがって、クラスターEは「広大パノラマ景観」、クラスターFは「郊外景観」とした。

なお、SKやGRに比べると、FDでは各クラスターに大きな差はみられないが、FDにより、クラスターAとそれ以外のように、市街地と非市街地の景観が区別されている。例えば、周遊ルートを計画する際に、「市街地を避ける」などの選択があると考えられることから、クラスターAとそれ以外を区分するFDは、上記のような情報、選択に重要な役割を果たしている。

5. 富良野・美瑛観光圏の地域景観分析

前章では、富良野・美瑛観光圏のストリートビュー画像を用いて、4つの視線方向のFD、SK、GRのパターンから、道路景観を5つのクラスター（以下、道路景観クラスター）に類型化した。本章では、この道路景観クラスターの空間分布を可視化するとともに、その構成割合、多様性、土地利用との関係について分析を行い、これらを通して対象地域の景観特性を明らかにする。

(1) 道路景観クラスターの構成割合

対象地域における5つの道路景観クラスターの分布を図-6に示す。なお、同図には、国土地理院の土地利用3次メッシュ（1km×1km）および土地利用別面積を用いて、農地（田および他農用地）面積が最大となるメッシュを「農地メイン」、森林面積が最大となるメッシュを「森林メイン」として示してある。まず、全地域でみると、いずれの地域においても主要駅周辺の中心市街地では「市街景観」が密集していることが分かる。また、北部（美瑛町、上富良野町）や中部（中富良野町、富良野市）では、ほとんどが農地内を通過することが共通するが、北部は道路景観クラスターが複雑に混在し断続的に分布すること、中部は「広大パノラマ景観」が連続的に広がることが分かる。南部（南富良野町、占冠村）になるとほとんどが森林部を通過し、「片側広大景観」や「深緑景観」が大部分を占めることが分かる。

次に、地域毎に道路景観クラスターの構成割合を求めた。図-7に示すように、富良野市と上富良野町は、「広大パノラマ景観」と「郊外景観」が全体の約6割を占めており、「市街景観」が約2割と他のエリアよりも大きく、広大な景観と人工的な景観のコントラストが大きい。美瑛町は「片側広大景観」と「郊外景観」が大半を占めており、人工物が散在するケースが比較的多いと言える。中富良野町は、「広大パノラマ景観」の割合が約6割を上回り、構成割合が他の地域と大きく異なる。南富良野町や占冠村では、「広大パノラマ景観」の割合が1割と他のエリアよりも小さい分、「深緑景観」と「片側広大景観」の割合が大きくなり、緑が豊富な景観が特徴的である。

(2) 道路景観クラスターの多様性

地域景観研究では、一定の区間あるいはエリア毎に景観の多様性などの分析を行う場合がある。そこで、本研究では、一定のエリア毎に道路景観の多様性を定量化し、その地域内分布について分析した。多様性の指標としては、情報量・エントロピー³⁰⁾³¹⁾を採用した。前節で用いた3次メッシュから視点を含むメッシュ（以下、評価メッシュ）を抽出し、そのメッシュ毎に道路景観クラスタ

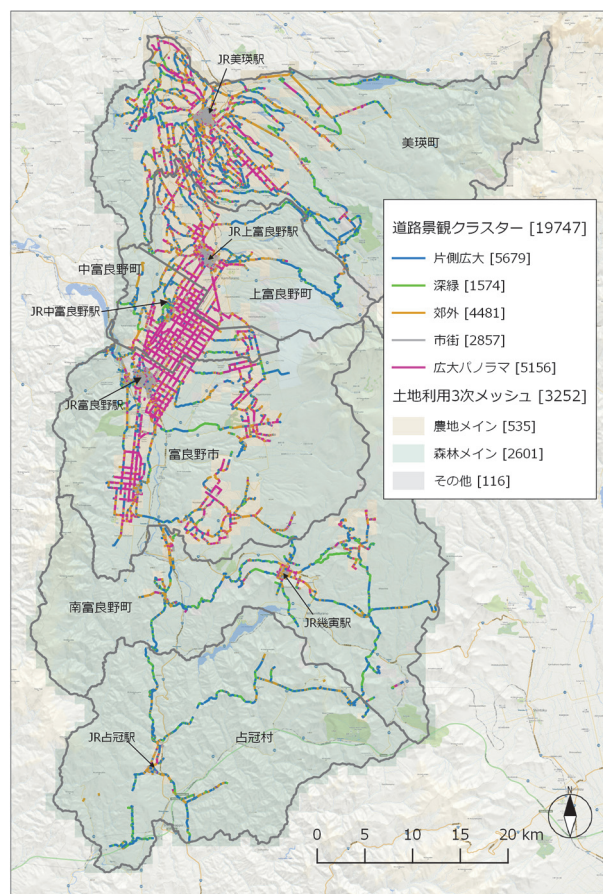


図-6 対象地域における道路景観クラスターの分布

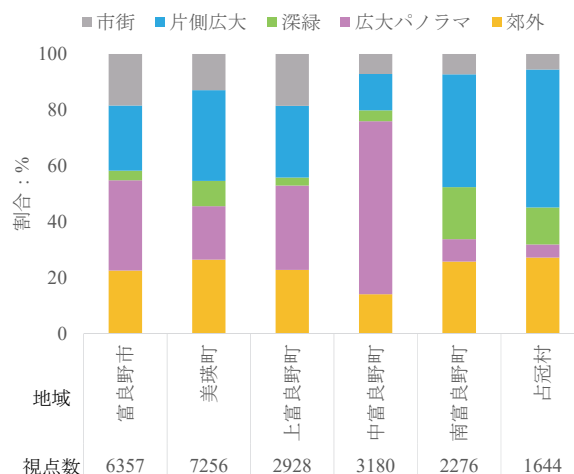


図-7 各地域の道路景観クラスターの構成割合

ーの情報量・エントロピー H を算出した。メッシュ内におけるクラスター i の確率を P_i とすれば、そのメッシュの H は式(1)により算出される。 H は、値が大きいくほど多種のクラスターが混在しているメッシュであり、小さいほど特定のクラスターに集中していることを示す。

$$H = - \sum_{i=1}^N P_i \log P_i \quad (1)$$

対象地域における情報量・エントロピー H の分布を図-8に示す。各地域の中心市街地などでは、 H が大きく、道路景観クラスターが多様であり、特に、美瑛町や富良野市の中心市街地では、その傾向が広範囲に渡っていることが分かる。一方、中富良野町の中部や美瑛町の東部にかけて、また、南富良野ー占冠駅ートマムの区間などでは、 H が小さいメッシュが連続しており、道路景観クラスターが一樣、すなわち景観変化の小さい箇所が長距離に渡って連続することが分かる。

次に、各地域の情報量・エントロピー H の累積相対度数分布を図-9に示す。なお、統計学的な有意差を見ることはできないが、およそ100メッシュのデータに基づく累積相対度数の比較から各地域の傾向を捉えることは可能と考えられる。富良野市や美瑛町は、同様な分布となっており、 H が0.8～1.4のメッシュが約5割と大きいことから、景観クラスターの多様性が大きく、変化に富む地域と言える。これとは逆に、中富良野町では、 H が0.6以下となるメッシュの割合が他の地域よりも多いことから、景観クラスターの多様性が小さく、まとまりがあることが特徴的と言える。上富良野町、占冠村、南富良野町では、 H が0.4～1.0のメッシュの割合が大きく、上記の地域のような明確な特徴はない。

以上のように、情報量・エントロピー H を算出することで、図-6に示した道路景観クラスターの多様性を定量化し、可視化や地域間比較を容易に行うことができる。

(3) 道路景観クラスターと土地利用の関係

図-6に示したように、道路景観クラスターの分布状況の違いは、農地や森林などの土地利用によって生じると推測される。そこで、各土地利用面積と道路景観クラスターの関係について定量的に分析し、これを通して各地域の景観特性について考察する。具体的には、地域毎に全評価メッシュ（視点を含むメッシュのみ）の各種土地利用面積を求め、それらと各道路景観クラスターの視点数との関係について検討した。なお、両者の相関係数が0.5以上となったのは、「深緑景観」と森林面積および「広大パノラマ景観」と農地面積であったことから、これらの2組の関係についてのみ示すこととする。

図-10に示すように、森林面積と「深緑景観」の視点数との関係では、両者の間に明確な正の相関が見られた。特に、美瑛町に関しては、森林面積も大きく、面積当たりの「深緑景観」の視点数が比較的多い。図-6のマップ上では、市街地側の農地部における「郊外景観」や「広大パノラマ景観」が目立つが、森林部を通過する区間も多く、「深緑景観」が頻繁に見られることが示された。次に、農地面積と「広大パノラマ景観」の視点数との関係を図-11に示す。農地面積の増加とともに「広大パノラマ景観」が増加する傾向が見られるが、富良野市や中

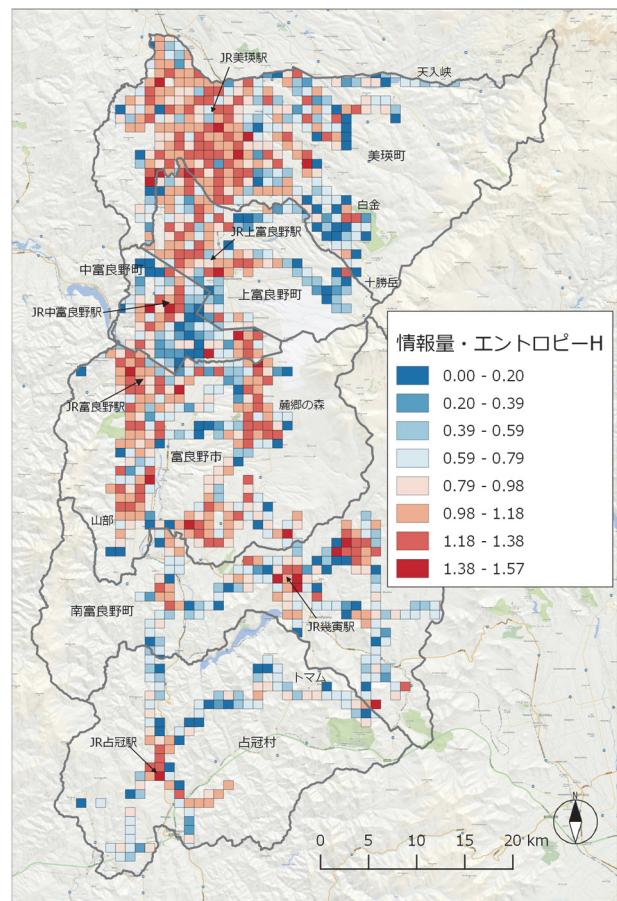


図-8 対象地域における情報量・エントロピー H の分布

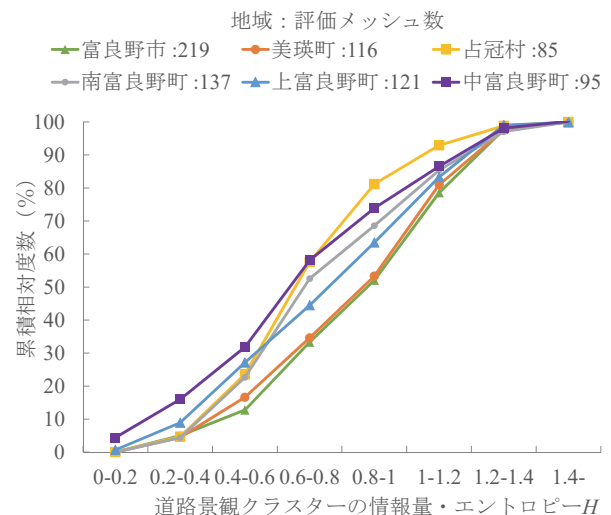


図-9 情報量・エントロピー H の地域比較

富良野町については、大きくばらついており、農地面積当たりの「広大パノラマ景観」の視点数が他の地域よりも著しく大きいことがわかる。この理由としては、図-6に示したように、農地が広域的に広がり、その中を網羅するように視点が存在することが挙げられる。同様に美瑛町でも、農地が広域的に広がっているが、丘陵の地形に合わせた複雑な道路網によって、樹木が混在する「片

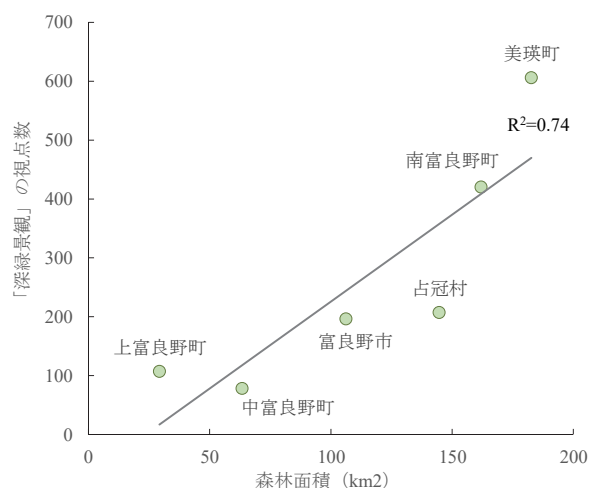


図-10 森林面積と「深緑景観」の関係

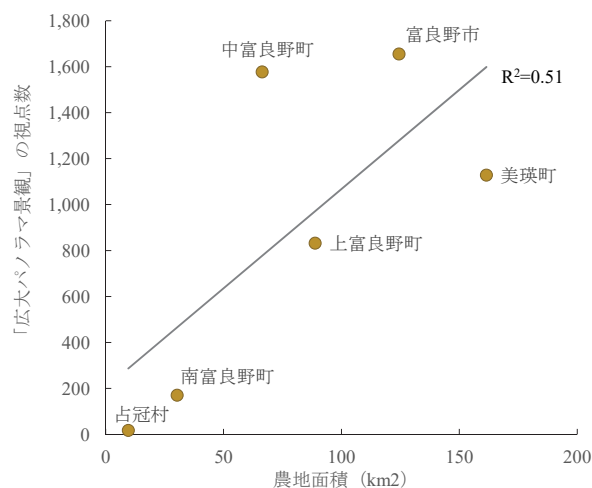


図-11 農地面積と「広大パノラマ景観」の関係

側広大景観」が多くなり、その分「広大パノラマ景観」が少なくなると考えられる。このように、道路景観クラスターの地域内分布には、土地利用状況が大きく影響を及ぼすが、それ以外に道路網の形態や地形なども影響因子として挙げられる。今後は、これらについてのデータを揃え、定量的な分析から明らかにしたい。

6. 結論

本研究では、Googleストリートビューによるパノラマ画像を用いた景観可視化手法を開発し、それによる道路景観の空間分布から富良野・美瑛観光圏の地域景観特性について分析を行った。得られた結論を以下に示す。

- Googleストリートビューおよび道路リンクデータを用いて、対象地域の道路ネットワーク上から「前方」「後方」「左方」「右方」の4つの視線方向の景観画像を取得し、その画像特徴量（フラクタル次元、空の占有率、緑の占有率）と視線方向との関係について分析した。その結果、「前方」と「後方」または「左方」と「右方」で、画像特徴量に差が生じるケースが3割程度見られた。これは、進行方向や同乗者などが眺める方向によって景観が大きく異なるケースが発生することを意味する。
- 以上を踏まえて、4つの視線方向の画像特徴量を用いてクラスター分析を行い、対象地域の道路景観を「市街景観」「郊外景観」「深緑景観」「広大パノラマ景観」「片側広大景観」の5つのクラスター（道路景観クラスター）に類型化した。さらに、デジタルマッピングにより、各クラスターの空間分布を容易に把握、比較できることを示した。
- 1kmメッシュ毎に道路景観クラスターの情報量・エン

トロピー H を算出し、地域内の景観の多様性について評価した。その結果、富良野市や美瑛町は景観の多様性が大きく変化に富むこと、逆に中富良野町は景観の空間的な分布にまとまりがあることを明らかにした。

- 道路景観クラスターと土地利用面積との関係について検討した。森林面積と「深緑景観」の視点数との間には正の相関が見られ、特に、美瑛町は森林面積が最も大きく、面積当たりの視点数が比較的多いことがわかった。農地面積と「広大パノラマ景観」の視点数との関係において同様に正の相関が見られ、その中でも富良野市と中富良野町では、他の地域よりも面積当たりの視点数が著しく多いことが分かった。

以上のように、本手法を用いることで、広域的かつ網羅的な観点からの地域景観分析が可能となる。なお、Googleストリートビューは諸外国でも利用が可能ことから、道路リンクデータが揃えば、国内だけではなく海外との景観比較などが容易に実現できる。

本研究では、解析量の面から画像の取得間隔を100mとしたが、より短い間隔での画像から分析した場合との差を検証する必要がある。また、試行的にFD, SK, GRの3つの画像特徴量を用いたが、それ以外の景観要素についても検討したい。特に、人が感じる景観の「地域らしさ¹⁷⁾」などの心理的評価を画像から求めることができれば、観光客の視点や満足度を考慮した分析となろう。今後は、上記のような様々な景観評価値と道路リンクデータを結びつけ、地域景観分析のみならず、周遊中に眺める景観を考慮した観光情報提供や経路探索システムなどについて検討する予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省観光庁：統計情報・白書（出入国者数），http://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/in_out.html

(平成 28 年 6 月 23 日閲覧)

- 2) 国土交通省観光庁：観光の ICT 化の推進（スマートフォンアプリ等の提供），<http://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kokusai/appli.html>（平成 28 年 6 月 23 日閲覧）
- 3) Davidson, S. H. : *Branding America's Byways, Public Roads*, May/June 2001.
- 4) Federal Highway Administration: *AMERICA'S BYWAYS*, <https://scenicbyways.info>（平成 28 年 6 月 23 日閲覧）
- 5) シーニックバイウェイ支援センター：シーニックバイウェイ北海道－“みち”から始まる地域自立－，ぎょうせい，2006.
- 6) 国土交通省観光庁：観光圏の整備による観光旅客の来訪及び滞在の促進に関する基本方針，2014.
- 7) 国土交通省観光庁：富良野・美瑛観光圏整備計画，2013.
- 8) 西尾尚子，伊藤史子：Google ストリートビューのパノラマ画像を利用した天空率算出システムの提案，地理情報システム学会講演論文集，Vol.122，C-6-4，2013.
- 9) 西尾尚子，伊藤史子：Google ストリートビューのパノラマ画像を利用した天空率算出システムの提案 その 2－システムの改善とその利用可能性－，地理情報システム学会講演論文集，Vol.23，C-2-1，2014.
- 10) 福元和真，川崎洋，小野晋太郎，子安大士，池内克史：都市画像の学習による地域推定手法の提案，生産研究，67 巻，2 号，pp.27-33，2015.
- 11) Doersch, C., Singh, S., Gupta, A., Sivic, J. and Efros, A. A. : *What makes Paris look like Paris?*, *ACM Transactions on Graphics (SIG-GRAPH)*, Vol.31, No.4, 2012.
- 12) 森康男，西村尚己，佐藤久嘉，田中聖人：高速道路の沿道の人々の景観評価についての考察，土木学会論文集，No.524，pp.23-35，1995.
- 13) 内田賢悦，盛亜也子，加賀屋誠一，萩原亨：AHP を用いた評価ウエイト修正法による合意形成支援に関する研究，土木学会論文集，No.765，pp.143-153，2004.
- 14) 安藤昭，赤谷隆一，佐々木栄洋：被験者の景観に対する感受性を考慮した街路景観の評価について，土木学会論文集，No.737，pp.133-145，2003.
- 15) 香川太郎，谷口綾子，藤井聡：街路景観についての簡易評価モデルを用いた景観改善施策の定量的評価，景観・デザイン研究論文集，No.6，pp.31-40，2009.
- 16) 速水研太，後藤春彦：街路シークエンス景観の定量記述方法に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第 502 号，pp.155-162，1992.
- 17) 亀山修一，浅田拓海，石田眞二：シーニックバイウェイ北海道における道路内部景観の北海道らしさの定量評価手法の開発：ランドスケープ研究（オンライン論文集），Vol.8，pp.73-80，2015.
- 18) 佐々木葉：地域景観の議論のためのメモランダム，景観・デザイン研究講演集，No.7，pp.160-165，2011.
- 19) 土肥博至，田中奈美，澤田幸枝，鈴木理恵：景観単位による地域景観の記述方法，都市計画論文集，Vol.31，pp.39，1995.
- 20) 出村嘉史，大島充功，山口敬太，樋口忠彦：京都東山の見かけの高さに基づく主峰視点領域の分布特性，土木学会論文集 D，Vol.66，No.1，pp.46-53，2010.
- 21) 坂本淳二：景観指標に基づく広域混在化類型と計画的課題について－景観を視点とした混在化地域の考察 その 1－，日本建築学会計画系論文集，No.489，pp.157-166，1996.
- 22) Street View Image API（チュートリアルホームページ）<https://developers.google.com/maps/documentation/streetview/>（閲覧日：平成 28 年 6 月 24 日）
- 23) 浅田拓海，石田眞二，谷下雅義，原文宏，亀山修一：「シーニックバイウェイ北海道」指定ルートのシークエンス景観の評価に関する研究，土木学会論文集 D，Vol.65，No.1，pp.77-87，2009.
- 24) 浅田拓海，石田眞二，松田泰明，亀山修一：北海道と関東における日本風景街道の道路シークエンス景観の地域特性に関する比較分析：ランドスケープ研究（オンライン論文集），Vol.5，pp.33-42，2012.
- 25) 高安秀樹：フラクタル，朝倉書店，1986.
- 26) 大野研，大野博之，工藤庸介，葛西紀巳子：色彩のフラクタル解析を用いた河川景観の評価手法，土木学会論文集，No.779/IV-66，pp.119-129，2005.
- 27) 内海志泉，浅川昭一郎，愛甲哲也：北海道美瑛町の農村地域におけるシークエンス景観の評価，ランドスケープ研究，Vol.63，No.5，pp.783-788，2000.
- 28) 香川太郎，谷口綾子，藤井聡：街路景観についての簡易評価モデルを用いた景観改善施策の定量的評価，景観・デザイン研究論文集，No.6，pp.31-40，2009.
- 29) 星子隆，齋藤潮，岡田一天：沖縄自動車道のシークエンス景観構造に関する研究，土木学会論文集，No.779，pp.83-94，2005.
- 30) 高野裕作，佐々木葉：街路形態と土地利用の多様性に着目した地区景観の記述，景観・デザイン研究講演集，No.9，pp.215-223，2013.
- 31) 石田眞二，堀口敬：公園景観の色彩と構図に関する評価手法の研究，土木学会論文集，No.723/IV-58，pp.63-71，2003.

(2016. 2. 26 受付)

EXHAUSTIVE ANALYSIS OF LOCAL LANDSCAPE FOR WIDE-AREA USING PANORAMA IMAGE OF GOOGLE STREET VIEW

Takumi ASADA and Shuichi KAMEYAMA

In this study, we have analyzed the characteristics of road landscape distribution in Furano-Biei area using panorama image from Google street view. First, the road landscapes were classified into 5 clusters based on the fractal dimension, sky share, and greenery share of 4 direction images from Google street view by applying the cluster analysis, and then the road landscape clusters distribution in target area was easily visualized. Furthermore, we revealed the road landscape characteristics in the area including the structural , diversity, and relationship with land use of landscape in individual area. It was shown that the effectiveness of the method for analysis of regional landscape.